

Universitat de Lleida

FACULTAD DE INFERMERIA Y FISIOTERAPIA
GRADO DE FISIOTERAPIA

**EFICACIA DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA CONSOLIDACIÓN DE
FRACTURAS OSEAS. REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

MARC CHILLARON ARENY

**Tutor de trabajo:
Carles Casanova Gonzalvo**

JUNIO 2015

Chillaron Areny M. (junio 2015) Eficacia de la magnetoterapia en la consolidación de fracturas óseas.

Revisión sistemática. Univesitat de Lleida. Trabajo fin de grado.

INDICE

INDICE DE TABLAS	3
TABLA DE ABREVIACIONES	3
1. INTRODUCCIÓN AL TRABAJO	5
2. REVISIÓN SISTEMÁTICA	7
EFICACIA DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA CONSOLIDACIÓN DE FRACTURAS OSEAS	
- REVISIÓN SISTEMÁTICA -	7
RESUMEN / ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	9
MAGNETOTERAPIA	9
FRACTURAS OSEAS	12
OBJETIVOS	14
MATERIAL Y MÉTODOS	14
1. PREGUNTA	14
2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA; Estudios de investigación	14
3. Criterios de selección	16
4. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos.	17
5. Extracción de datos relevantes	18
6. Criterio de resultados	18
ANÁLISIS RESULTADOS (Desarrollo)	19
1. Calidad de los estudios incluidos	19
2. Datos de los estudios	20
3. Diagrama	22
4. La Intervención y efectividad	23
Discusión	26
3. CONCLUSIONES	29
4. Bibliografía	31
ANEXOS	35

INDICE DE TABLAS

1. CASPe	19
2. PICO	23

INDICE DE FIGURAS

1. DIAGRAMA ESTRATEGIA DE BUSQUEDA	22
--	----

TABLA DE ABREVIACIONES

Ensayo clínico controlada y aleatorio	ECAS
Electromagnetoterapia de ondas pulsadas	PEMF
Campo Magnético pulsado	CMP
Dependientes de voltaje canales de calcio	VDCC
Sistema Internacional de Unidades	SI
Fractura patológica	FP
Metadata Encoding and Transmission Standard	METS
Extremidades superiores	EESS
Rango de movimiento	ROM
Grupo intervención	GI
Grupos control	GC

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN AL TRABAJO

¿Es, esta técnica realmente tan beneficiosa para ciertas patologías? Y en concreto, ¿En relación a qué tipo de patologías esta técnica puede alcanzar su máxima funcionalidad y eficacia? Llegados a este punto, partiendo ya de la formulación de una serie de interrogantes claros, pude disponerme a realizar una búsqueda de un modo más acotado. Fue entonces cuando me encontré con la existencia de diversos tipos de aplicaciones de esta técnica, llamándome especialmente la atención una de ellas – siendo, además, la que a efectos prácticos goza de mayor demanda-. Se trata de la estimulación de la osteogénesis en cierto tipo de fracturas. A raíz de ahí, se abrió un camino de búsqueda en lo que, para mí, es un tema apasionante. Y para ello, he considerado que el modo de extraer mayor número de conclusiones plausibles, es llevando a cabo una revisión bibliográfica, en que va a consistir este trabajo.

2. REVISIÓN SISTEMÁTICA

2. REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFICACIA DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA CONSOLIDACIÓN DE FRACTURAS OSEAS

- REVISIÓN SISTEMÁTICA -

RESUMEN / ABSTRACT

Resumen:

EFICACIA DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA CONSOLIDACIÓN DE FRACTURAS DE HUESOS REVISIÓN SISTEMÁTICA

Objetivos: Nuestro principal objetivo se centrara en revisar la efectividad de la magnetoterapia en relación a la consolidación ósea de fracturas y evaluar la disminución del tiempo de consolidación ósea.

Diseño: Revisión sistemática.

Métodos: Se realiza una revisión sistemática utilizando las bases de datos PubMed, ENFISPO, PEDro, la Biblioteca Cochrane de estudios publicados entre el periodo de año 2010 y 2015 en lengua inglesa y española. Se excluyen aquellos que no aportan datos específicos sobre los efectos provocados por la magnetoterapia y que no cumplieran con los criterios de inclusión.

Resultados: Los resultados en relación a la consolidación ósea, ninguno de los tres artículos obtuvimos resultados significativos, pero si resultados mejores en los GI. Los que fueron significativos fueron los del edema y el ROM en uno de los estudios, ya que en los otros no se tomo datos de ello.

Conclusiones: Aunque las pruebas de laboratorios disponibles indican que la estimulación con campos electromagnéticos puede ofrecer algún beneficio en la consolidación de fracturas óseas, a la hora de aplicarlo en seres humanos como posible tratamiento no es concluyente o suficiente para informar de su utilización en la práctica actual. Las conclusiones y resultados más definitivos o positivos, recomendando su utilización sobre el efecto en el tratamiento aguardan ensayos controlados aleatorios adicionales bien realizados.

Palabras clave: terapia de campos magnéticos, fracturas óseas, fracturas curación, ensayo clínico, humanos.

EFFECTIVENESS IN THE CONSOLIDATION MAGNETOTERAPIA BONE FRACTURES

- SISTEMATIC REVIEW -

Abstract:

Objectives: *Our main objective will focus on reviewing the effectiveness of magnet in relation to bone fracture healing and evaluate the decrease in bone healing time.*

Design: *Systematic review.*

Methods: *A systematic review was performed using PubMed, ENFISPO Peter, the Cochrane Library published studies in the period between 2010 and 2015 in English and Spanish language data. Excluding those that do not provide specific data on the effects caused by the magnet and that did not meet the inclusion criteria*

Results: *The results regarding bone healing, none of the three items obtained significant results, but better results in GI. Which were significant were edema and ROM in one of the studies, since in the other data not take therefrom.*

Conclusions: *Although laboratory tests available indicate that stimulation with electromagnetic fields may offer some benefit in the healing of bone fractures, when applying it to humans as a possible treatment is not conclusive or sufficient to report their use in actual practice. And more definitive conclusions or positive results, recommending its use in the treatment effect await further well conducted randomized controlled trials.*

Keywords: *Magnetic Field Therapy, Fractures, Bone, Fracture Healing, Clinical Trial, Humans*

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

MAGNETOTERAPIA

El origen del magnetismo, se remonta a más de 3500 años cuando se descubrió la piedra magnetita. Muchos siglos después en la Edad Media, la magnetita fue utilizada por los alquimistas europeos, que le asignaban ciertas propiedades (vigor, alivio del dolor, salud y que detenía procesos de envejecimiento). En el siglo XVI Philippus Aureolus (1493-1541) utilizó los imanes en procesos inflamatorios. El magnetismo fue conocido por el mundo en el año 1600, con la publicación del libro “De Magnete” de William Gilbert, médico de la Reina Isabel I. El físico inglés Michael Faraday en el siglo XIX demostró el comportamiento de un imán alrededor de una corriente eléctrica, poco a poco perfilando la idea en lo que en un futuro sería el aparato. (1)

Destacar, entre muchos otros hallazgos en relación al tema Ampere y Dominique Arago (1786-1853) demostraron como una ajuga de acero se magnetizaba al colocarla dentro de un alambre circular con corriente eléctrica. Fue el desencadenante para que en 1825 William Sturgeon (1783-1850) construyera el primer “electro magneto”. En el año 1850 R.W. Lente hizo público en el “New York Journal of Medicine” tres casos de retardo en la consolidación ósea de la fractura, curados con corriente eléctrica. Allí en el año 1962 Bassett, Becker, Shamos, confirmaron las propiedades piezoeléctricas que poseían los huesos (Potencial negativo en área de compresión y positivo en área de distracción). Hasta la actualidad que se son muchos y muy amplios los temas relacionados con la magnetoterapia. (1)

Destacar el país con más publicaciones y más patentes en relación a la magnetoterapia que es los Estados Unidos de América. (2)

Como principales líneas de investigación en el campo electromagnético, son (2);

1. Desarrollo de procedimientos y aparatos para el tratamiento.
2. Desarrollo e investigación de posibilidades diagnósticas imagen de Resonancia Magnética (IRM).
3. Estudios de contraindicaciones o efectos adversos.

“Decir que los principales efectos que posee el campo magnético y eléctrico (CME) y que permite ser utilizados en procesos terapéuticos son los efectos bioestimulantes, analgésicos, antiinflamatorios y antiedematosos.” (2)

Podríamos clasificar los efectos biológicos sobre los procesos fisiológicos de la regeneración ósea (3) gracias a la aplicación de los campos magnéticos acelerando la curación de fracturas recientes, fracturas con retraso o con falta de unión, también en injertos óseos, la osteoporosis y la osteonecrosis. (2);

-Los efectos de magneto (o resultados primarios) son los responsables de la disposición de moléculas y átomos dipolares.

·Modificación de la permeabilidad de las membranas, **estabilización de la bomba de Na** (sodio), favorecimiento del procesos de enlace, estimulación de la reproducción celular, activación de los sistemas de reducción-oxidación (REDOX)(4) Veintitrés estudios han demostrado que los canales de calcio dependientes de voltaje (VDCC).

-**Efectos piezoeléctricos** (o efectos secundarios) es fenómeno que ocurre en determinados cristales que, al someter a tensiones mecánicas, en su masa adoptan una polarización eléctrica y aparecen una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie. El cual inducen la deposición de la hidroxiapatita (aminoácido que da la integridad funcional del tejido óseo conformando un 65% del peso óseo; calcio (Ca¹⁰), fosfato(PO₄), carbonato(OH₂)(3)(2)(5)

·Directos; Polarización eléctrica de la masa de un cuerpo

·Inverso; Deformación de un cuerpo, orientación arquitectónica de las trabéculas óseas en zonas dañadas.

-Efectos metabólicos, responsables de todos los **procesos troficoestimulantes** (actuará sobre la producción de energía, las mitocondrias acelerarán su función y proporcionaran la fuerza vital para activar la mitosis de las células) y de reparación tisular.

·Control local de riego sanguíneo de cada tejido.

·Control nervioso de la irrigación sanguínea de segmentos grandes.

·Control humoral de determinantes sustancias que aumentan o disminuyen el riego sanguíneo.

En relación al tema que nos importa los campos magnéticos no producen un callo de fractura distinto, al que se iba a formar, sino que ponen en marcha de forma más veloz el mecanismo de la ostogénesis normal (6)

En una búsqueda bibliográfica previa a la realización de la revisión, hemos encontrado sorprendentemente un numero disminuido de artículos sobre el tema en cuestión, de los cuales gran

parte abordaban el tema a nivel celular (in vitro), donde algunos resultados eran alentadores sobre sus efectos, a pesar de quererlo enfocar a pacientes humanos, y en estos observando los resultados parecían no tener los mismos efectos que en los de laboratorio, aun así los otros estudios nos pueden aportar información valiosa, para hacernos a la idea que si se realizaran mas estudios metodológicamente mejores, con una número de pacientes mucho más elevado, y un tiempo de exposición la tratamiento mayor, dan a intuir que podríamos sacar buenos resultados. Pero entre ellos, los mas metodológicamente hablando encontramos que dicen que la estimulación PEMF es un método no invasivo eficaz para tratar anomalías de la Unión de la tibia sin infección (7)

El método en la aplicación de la magnetoterapia para la realización de esta revisión sistemática es la de un acoplamiento inductivo. Los aparatos de magnetoterapia son dispositivos que generan un campo preferentemente magnético (nunca $<90\%$) y en el que pueden ser controlados los parámetros de intensidad, frecuencia, tiempo, forma de la onda y sentido del campo. Como conductores de la corriente eléctrica, para la formación de los campos magnéticos se utiliza solenoides de campo interno o bobinas de proximidad (8). En este método, consiste en colocar una o más bobinas, aproximadas al miembro dañado, ya sea un hueso fracturado o de un tejido blando, sin necesidad de quitar el yeso, tampoco la férula e incluso no hace falta ni tocar al paciente (ver la figura 1 en anexos). Entonces se hace que la corriente eléctrica variable pase por la bobina (ver la figura 2 en anexos) la cual su resultante es la creación de un campo magnético pulsante (CMP) que varían en el tiempo, penetrando dentro del los tejidos. El CMP tiene una propiedad conocida en física como Ley de inducción de Faraday y es la de crear un campo eléctrico (E), en el tejido vivo el cual tiene una cierta conductividad (σ), a la vez este campo generará una densidad de corriente eléctrica (j) en mA/m², es decir un estímulo eléctrico. (9)

La Magnetoterapia de baja frecuencia trabaja con altas potencia en Gauss, entre 150 y 200 (la unidad del Sistema Internacional de Unidades (SI) para el campo magnético es el tesla; “densidad de flujo magnético”. Un gauss es equivalente a 10^{-4} tesla). Podemos realizar una clasificación del intervalo de frecuencias, dependiendo de la fisiopatología de cada paciente. De normal se utilizan los parámetros de bajas frecuencias de 1Hz a 25 Hz para patologías agudas, alrededor de 50 Hz es la frecuencia adecuada en múltiples patologías crónicas y superior a 50 Hz se suelen utilizarse con programas que conforman para un tratamiento que abarque al mismo tiempo distintos tipos de tejidos diana. Podemos decir que la frecuencia utilizada para la producción de CMP terapéuticos es de 1 a 100 Hz. (2)

El tiempo de aplicación y/o duración de las sesiones de tratamiento dependerá del tipo de patología, por lo general comprende en periodos de 20 a 30 días. Los tratamientos suelen o deberían ser diarios e incluso se pueden realizar más de una vez al día, con equipos de 150 Gauss y su aplicación es variable dependiendo del programa utilizado puede ir de los 30 minutos, hasta incluso horas. (10)

Indicaciones para el uso de la terapia de campos electromagnéticos son muchas. No solo para la regeneración ósea que es en lo que se centra esta revisión, sino en procesos dolorosos e inflamatorios. En virtud del resultado observado parece ser que el efecto de la magnetoterapia es positivo en algunas patologías neurológicas, como el Alzheimer, Parkinson, cefalea/migraña, el sueño(11).

Las contraindicaciones absolutas no existen para su aplicación, aunque en algunos casos tomar precaución, y limitar su utilización aun siendo pocas, pero precisas como el llevar marcapasos, mujeres embarazadas, enfermedades graves, víricas, tumores, hipotensión (producción de lipotimia), hemorragias. Es muy importante dejar bien claro que la presencia de placas o implantes metálicos no es un contraindicación, debido a que su posibilidad de calentamiento es muy remota.(12)

FRACTURAS OSEAS

Se define como fractura patológica (FP) la que se produce en un hueso que ha perdido sus propiedades de viscoelasticidad y resistencia normales

Se clasifican las fracturas como (13):

- Acorde, trauma brusco.
- Stress: fractura de fatiga.
- Patológicos: debilitan hueso secundario a METS, pulmón, mama, próstata, tiroides, riñón.

Los tipos de fractura se clasifican (13):

- Cerrada o abierta
- Incompleta rotura de cortical
- Comminuta
- Fragmento alas de mariposa
- Fragmento segmentaria
- Morfología en T o Y
- Impactación
- Avulsión

Su localización de forma general son; Diafisarias o Epifisarias

Destacar las fases de regeneración naturales de las fracturas, ya que nos es de alto interés para conocer un poco más los procesos que tendría que seguir un consolidación de forma natural, que lo que podemos conseguir con la aplicación de la magnetoterapia es adelantar todas esas fases. (13)(14)

- INFLAMATORIA: hematoma que coagula a 18-20 horas de la lesión
- REPARATIVA: reorganización del coágulo con proliferación de células en capa profunda del tejido perióstico, con tejido de granulación, metaplasia de fibroblastos, y con formación cartilaginosa.
- REMODELACION: formación de contorno mediante un callo óseo redondo, que irá desapareciendo gracias a la cargas mecánicas que se transmitirán en él.

Dentro de los factores que pueden o no afectar el ritmo de reparación debemos considerar, aspectos como la genética son importantes, los factores mecánicos, vasculonerviosos, nutricionales, hormonales, la edad, el tipo de trauma, la alineación, fragmentación, tipo de inmovilización, situación interarticular, y posibles procesos de infección. (15) (16)

Una revisión sistemática de 20 artículos nos habla que los campos electromagnéticos actúan a través de la activación de los canales de calcio, y que dependiendo del voltaje que apliquemos a los huesos afectados podemos producir efectos beneficiosos o adversos sobre ellos (17) Los campos electromagnéticos estimulan del crecimiento óseo, a través de la estimulación de los osteoblastos, parece implicar una elevación del óxido nítrico y proteína quinasa G vía.

¿Por qué es importante realizar esta revisión?

Por qué hasta el momento no existe consenso alguno sobre la aplicación de este tratamiento en la práctica clínica. Las revisiones sistemáticas anteriores realizadas, identificaron una base sustancial de pruebas de ensayos aleatorios y no aleatorios que evaluaban el uso de la estimulación con campos electromagnéticos en el tratamiento de la consolidación retardada y la consolidación viciosa, pero debido a que algunos estudios metodológicamente no son perfectos, podemos extraer líneas de investigación pero no conclusiones claras. Con esta revisión queremos ver los estudios realizados en estos cinco últimos años para ver los hallazgos encontrados, y el plantearnos de realizar algún estudio en un futuro.

OBJETIVOS

Conociendo la clínica que presentan los sujetos con fracturas óseas y los efectos que se derivan de la aplicación de la magnetoterapia, podemos plantear los objetivos de esta revisión.

Estableciendo como **objetivo general**;

Revisar la efectividad de la magnetoterapia en relación a la consolidación ósea de fracturas.

Los **objetivos específicos** serán los siguientes:

-Evaluar la disminución del tiempo de consolidación ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Revisión Bibliográfica

1. PREGUNTA

¿Que se sabe de la aplicación de la magnetoterapia y sus eficacia en la consolidación de fracturas de huesos? ¿Tiene algún efecto beneficioso sobre el proceso de consolidación óseo? ¿Reduciendo el tiempo de solidificación del callo, y así adelantando el proceso de rehabilitación?

2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA; Estudios de investigación

La búsqueda de los estudios de investigación relacionados con la pregunta que hemos formulado, para intentar resolverla. Se realizara en las bases de datos como PudMed, EnFisPo , Pedro . Ya que no nos planteamos la adhesión al revisión sistemática, de estudios que no aparezcan en estas, como la llamada "literatura gris". Las palabras clave que vamos a utilizar son; Terapia del campo magnético, Fracturas Óseas, Consolidación de las fracturas, traducidas del ingles; Magnetic Field Therapy, Fractures Bone, Fracture Healing .

Caja de búsqueda:

Resultados: N° Artículos encontrados NUEVE (9) .

Tras descartar estudios siguiendo los criterios de exclusión o por coincidir con los resultados de las otras bases de datos obtenemos.

- **PudMed MEDLINE (NLM):**

Se realiza una búsqueda bibliográfica en abril de 2015 en PudMed utilizando los filtros y los descriptores por Mesh; *"Magnetic Field Therapy"[Mesh] AND ("Fractures, Bone"[Mesh] OR "Fracture Healing"[Mesh]) AND Clinical Trial[ptyp] AND "humans"[MeSH Terms]"*

Palabras clave traducidas al castellano serian; terapia de campos magnéticos, fracturas óseas, fracturas curación, ensayo clínico, humanos.

Los registros obtenidos fueron 10 según nuestros criterios de inclusión (AND "2010/04/01"[PDat] : "2015/03/30"[PDat])). Quedaron en 9 artículos.

Del total global se descartaron cuatro artículos debido a que eran de pago (se intento contactar con los autores de los artículos de dos formas, mediante el registro en foro científico y solicitando los artículos desde allí (researchgate), y vía correo personal, para solicitar los artículos pero no dieron respuesta alguna). Los artículos por los que teníamos interés de encontrarlos eran estos;

- 1- *CT scan-evaluated outcome of pulsed electromagnetic fields in the treatment of acute scaphoid fractures: a randomised, multicentre, double-blind, placebo-controlled trial (2014) (18)*
- 2- *[Clinical randomized controlled trial on ultrashort wave and magnetic therapy for the treatment of early stage distal radius fractures]. (2012) (19)*
- 3- *The clinical and radiological outcome of pulsed electromagnetic field treatment for acute scaphoid fractures: a randomised double-blind placebo-controlled multicentre trial. (2012) (20)*
- 4- *Pulsed electromagnetic field stimulation for acute tibial shaft fractures: a multicenter, double-blind, randomized trial. (2011) (21)*

Se realizo una tabla resumen de los artículos si encontrados, se tuvo que prescindir de uno de ellos debido a que era un protocolo de estudio que no se había llevado a cavo, por lo tanto no tenía resultados a valorar.

Quedaron cuatro artículos, donde se les realizo el cuestionario CASPe (11 items) y resulto que llevando a cavo los criterios del mismo tuvimos que descartar a uno de ellos (22), los tres que nos quedaron son con los que se realizo la discusión de la revisión sistemática del tema en cuestión.

-
- También se realizó una búsqueda en **ENFISPO**

Se realizó una búsqueda en abril de 2015 en el buscador ENFISPO (Enfermería, Fisioterapia, Podología) con las palabras claves "magnetoterapia y campos electromagnéticos"

Resultados obteniendo 22 en el registro

Todos los artículos son anteriores a la fecha de los criterios de inclusión (y solo tres de ellos trataban de huesos) Descartamos todos los artículos para nuestra revisión sistemática.

- También se realizó una búsqueda en **PEDro**

Se realizó una búsqueda en abril de 2015 en el buscador PEDro con las palabras claves "Magnetic Field Therapy, Bone".

Resultados obtenidos 1 en el registro.

No cumple muchos de nuestros criterios de inclusión, aun siendo un ensayo clínico con una puntuación global de 9/10 en la escala de valoración del buscador PEDro. Es del 2005, y hace referencia a la osteoartritis de rodilla, y no a nuestro tema en cuestión que es el de la consolidación ósea en fracturas. Descartamos este artículo para nuestra revisión

Anterior a la búsqueda de artículos, se buscaron revisiones bibliográficas en la Biblioteca Cochrane y encontramos una revisión la cual nos ayudó a redactar algunos de nuestros criterios de selección para nuestra revisión trataba de la estimulación con campos electromagnéticos para el tratamiento de la consolidación retardada o la consolidación viciosa de las fracturas de huesos largos en adultos del 2011.

3. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- ❖ Idioma indiferente.
- ❖ Estudios con un máximo de antigüedad de "5 años" (Max 2009-2010).
- ❖ Estudios realizados en humanos.
- ❖ Estudios que no sean de pago.
- ❖ Tipo de estudios; ensayos clínicos controlados.
- ❖ El tamaño de la muestra no debe ser inferior a 50n.

Criterios de exclusión

- ❖ Estudios por los que haya intereses económicos o relacionados con empresas de aparatos de magnetoterapia
- ❖ Estudios donde no sea como objetivo principal a valorar la consolidación ósea.
- ❖ Estudios con combinación de múltiples formas de tratamiento.
- ❖ Estudios donde aparezca patología asociada (osteoporosis) del sistema esquelético.

4. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos.

Se les realizó el cuestionario CASPe (11 ítems) para evaluar la calidad de los estudios seleccionados. Las primeras tres preguntas son de eliminación y pueden ser respondidas rápidamente. Si la respuesta a las tres es "sí", entonces vale la pena continuar con las preguntas restantes. El cómputo global de preguntas son 11 las cuales se tienen que responder con un SI, NO SÉ o NO. Divididas las preguntas en tres apartados, a excepción del apartado B que es a nivel descriptivo; **TABLA 1 CASPe** (23)

Los estudios seleccionados son:

- 1) Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures (2013) (24)
- 2) Pulsed electromagnetic field during cast immobilization in postmenopausal women with colles' fracture (2012) (25)
- 3) Magnetic Stimulation for Fracture Consolidation (2011) (26)
- 4) Effect of Pulsed Electromagnetic Field on Healing of Mandibular Fracture (2011) (22)

A) ¿Son válidos los resultados del ensayo?

Preguntas "de eliminación"

- 1- ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?
- 2- ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?
- 3- ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?

Preguntas de detalle

- 4- ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal del estudio?
- 5- ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?
- 6- ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?

B) ¿Cuáles son los resultados?

7-¿Es muy grande el efecto del tratamiento?

8-¿Cuál es la precisión de este efecto?

C) ¿Pueden ayudarnos estos resultados?

9-¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local?

10-¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?

11-¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?

5. Extracción de datos relevantes

Las características de los estudios que componen esta revisión se explicaran de forma resumida mediante una tabla siguiendo las pautas del análisis PICO que consiste en la división de apartados en (27):

P - Paciente (Número de pacientes, sexo edad, lugar de la fractura)

I - Intervención (Tipo de intervención, Aplicación magnetoterapia: horas/día, días/meses, otras intervenciones)

C – Comparador (Con el grupo control)

O – Resultado (Resultados de las intervenciones realizadas)

6. Criterio de resultados

Para valor de una forma critica los estudios encontrados, los criterios propuestos para el intervalo de confianza del P valor sean:

$P \leq 0.05$ Serán resultados significativos

$P > 0.05$ No serán resultados significativos

ANÁLISIS RESULTADOS

1. Calidad de los estudios incluidos

En la realización del cuestionario para el análisis CASPe de los estudios, el artículo 4(22) tiene que ser eliminado por la poca confianza metodológica del estudio, ya que el responder con un NO en los tres primeros ítems, correspondía a la eliminación o descarte del estudio tal i como entendemos la evidencia sobre la eficacia clínica

ESTUDIOS SELECCIONADOS PARA LA REVISIÓN	1	2	3	4
	(24)	(25)	(26)	(22)
¿Son válidos los resultados del ensayo?				
Preguntas "de eliminación"				
1- ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
2- ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?	SÍ	SÍ	SÍ	NO
3- ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Preguntas de detalle				
4- ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal del estudio?	SÍ	SÍ	SÍ	NO
5- ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	NO	SÍ	NO	SÍ
6- ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
¿Cuáles son los resultados?				
7- ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	Diferencia NO Significativa	Diferencia NO Significativa	Diferencia NO Significativa	Diferencia SI Significativa
8- ¿Cuál es la precisión de este efecto?	P < 0.05	P < 0.05	P < 0.05	P ≥ 0.05
¿Pueden ayudarnos estos resultados?				
9- ¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ
10- ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?	NO	SÍ	NO	SÍ
11- ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ

Tabla 1 Análisis CASPe

2. Datos de los estudios

Datos principales:

Se incluyeron tres ensayos clínicos controlados y aleatorizados (ECAS), cada uno de ellos con un grupo de intervención y uno control claramente definidos. Los números de pacientes que comprenden son de 182 pacientes en el cómputo global. Las muestras de los estudios son de 58, 60, 64.

Los tres estudios evaluaron los efectos de los campos electromagnéticos pulsados en relación al proceso de consolidación ósea de las fracturas, pero podemos observar después de realizar una lectura crítica que entre ellos existen variables que son diferentes, que nos pueden dificultar a la hora de sacar conclusiones claras y fiables, así como de baja confianza. Distintos tipos de fracturas (abiertas, cerradas) y etiología, tratadas de formas diferentes con fijaciones internas (24)(26) y/o inmovilización con yeso (25). La localización de las fracturas se localizan en huesos distintos, aunque de la familia parecida “huesos largos” <(<fémur(26)>, tibia, humero, cubito/<radio(25)>)(24)>.

En relación al tratamiento y a la aplicabilidad del aparato de magnetoterapia varían tanto el modelo de la máquina como las frecuencias y tiempos de aplicación (horas/días, e intervalo de días/meses). Decir que todos los estudios se han realizado en humanos, punto muy importante a la hora de poderlo extrapolar a la clínica, y uno de los pilares de los criterios de inclusión de la revisión. Entre ellos observamos diversidad en los pacientes que conforman la muestra (sexo, edad, estado físico, región). En el primer estudio centrado en los huesos largos se propuso la aplicación de la magnetoterapia 8 horas al día durante tres meses a los 31 pacientes del grupo intervención (GI), a los otros 27 grupo control (GC) se les aplicó efecto placebo mediante dispositivos falsos generando señales simulada, con las mismas condiciones que el GI, haciendo un total de 58 pacientes de edades comprendidas entre 19 y 68 años, mezclados entre hombres y mujeres (24). En el de las fracturas de colles (segundo estudio) 30 minutos al día durante 10 días, y ejercicios programados dos veces al día de movilización de la extremidad superior (EESS) al GI y al GC solamente las movilizaciones. Formado por 60 pacientes (mujeres posmenopáusicas, +55 años) con edades de entre los 58 y 72 años, donde los grupos estaban formados por 30 pacientes cada uno de ellos (25). En relación al tercer estudio que se realizó a los afectados de fracturas distales de fémur formado por 64 pacientes, se les aplicó 1 hora al día durante 8 semanas al GI y efecto placebo al GC (26). La aleatorización de todos los grupos se hizo por sorteo interno.

El tamaño del efecto general agrupado fue pequeño y no estadísticamente significativo (para serlo se propuso que el Pvalor tendría que ser superior al 0.05; un coeficiente de confianza del 95%) en ninguno de los tres estudios analizados en la presente revisión sistemática. No hubo un alto nivel de heterogeneidad clínica, y nos cuesta sacar una idea clara de los posibles parámetros estándares para la aplicación de la magnetoterapia en la consolidación de fracturas óseas, en uno los valores de la frecuencia sinusoidal no superaban los 25Hz con una potencia de gauss de 600(25), otro que se movía entre valores de 5-105Hz y potencia de gauss de 50 a 200(26). Y en el que falta nos hace dudar de su calidad metodológica y como consecuencia la fiabilidad de sus resultados al no especificarnos por lo menos en el artículo del ensayo clínico las frecuencias utilizadas(24).

Nos disponemos a exponer de los resultados de los estudios analizados y sus conclusiones

Se observa que en los GI los valores descritos son mejores que en los GC, aun a si el Pvalor no llega a los valores mínimos de confianza. En el primer estudio obtenemos un 77,4% de éxito en la consolidación ósea con aplicación de magnetoterapia, y un 48,1% en el GC, pero dándonos como Pvalor = 0,029 (24). En el segundo también se observó mejoras en el GI aunque tampoco significativas, tampoco en relación al dolor, pero sí que se dieron resultados positivos en relación a otros valores evaluados como el edema (Pvalor = 0,051)y en el ROM pero no en todos los movimientos; si en flexión, extensión y supinación (Pvalor = 0,06)(25).Fue el único estudio que dio datos objetivos en relación a los otros parámetros controlados durante la intervención . Para el tercer estudio siguió la dinámica de los anteriores mejores resultados en tiempo y en número pero no siendo significativos, en el GI se registraron un total de 83% los casos de consolidación ósea, aunque siguiéndole muy de cerca con un 72% de los casos, aunque un 14% con falta de unión.

3. Diagrama

Mapa resumen de la estrategia de búsqueda.

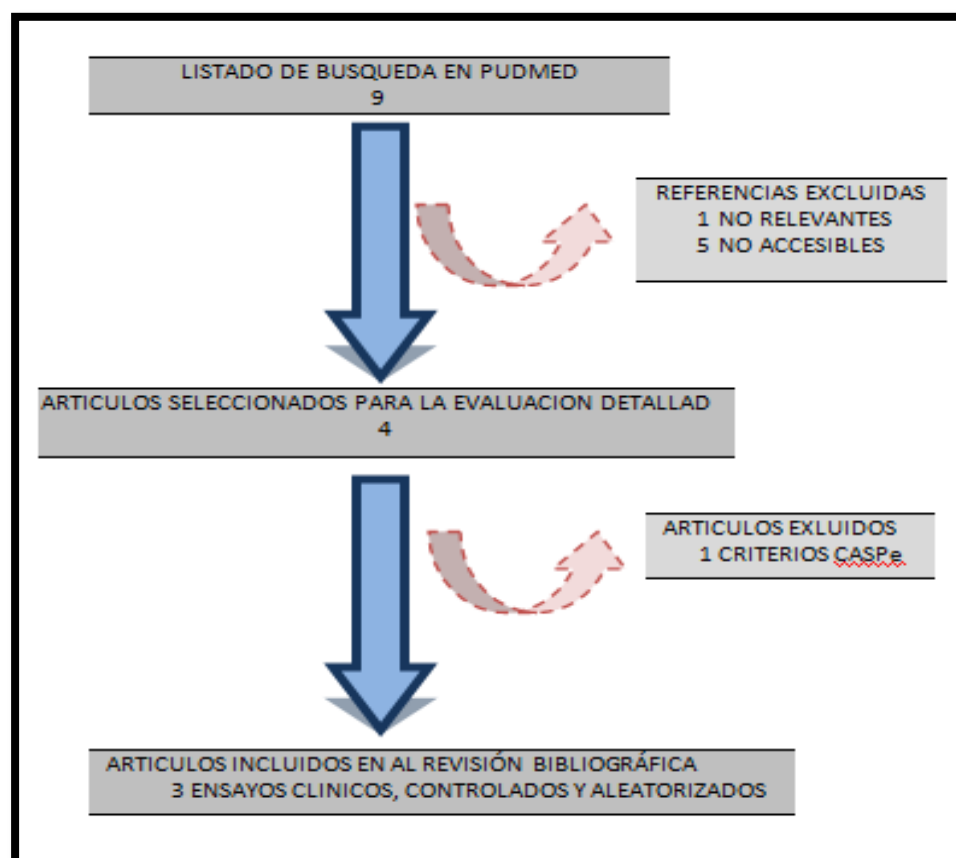


Diagrama 1 ; Mapa búsqueda

4. La Intervención y efectividad

PICO₍₂₇₋₂₉₎

REFERENCIA	(24)	(25)	(26)
TÍTULO (Castellano)	La aplicación temprana de campo electromagnético pulsado en el tratamiento del postoperatorio retrasa la unión de las fracturas de huesos largos	Campo electromagnético pulsado durante inmovilización con yeso en las mujeres posmenopáusicas con fractura de Colles	La estimulación magnética para la consolidación de la fractura - Estudio Clínico
AUTORES	Shi, Hong-fei Xiong, Jin Chen, Yi-xin Wang, Jun-fei Qiu, Xu-sheng Wang, Yin-he Qiu, Yong	Milica Lazovic, Mirjana Kock, Lindija Dimitrijevic, Ivona stankovic, Marija Spalevic, Tamara Ciric	Moncada, Maria E. Sarmiento, Consuelo Martinez, Catalina Martinez, Alfredo
AÑO	2013	2012	2011
PACIENTE	58n Edad entre 19-68 H y M Con Fracturas de huesos largos no bien consolidados (Fémur 24, Tibia 25, Húmero 5, Cubito/Radio 4)	60n Edad entre 58-72 100% mujeres Postmenopáusicas Con Fracturas distales de radio (colles)	64n Edad media 30.2 (entre 18-60) 81% Hombres Con Fractura en la diáfisis femoral.(causada por una arma de fuego) [Fracturas evaluó calcificación

	Sin patologías asociadas	Sin patologías asociadas	Winqvist según : 77% cerradas, 23% abiertas fijación interna] Sin patologías asociadas
INTERVENCIÓN	<p>ECAS (grupo control) a doble ciego</p> <p>Operación + tto con/sin magnetoterapia (con: 8h/día durante 3 meses)</p> <p>Pruebas de seguimiento: exploración clínica, registro del dolor y radiografía (cada mes)</p>	<p>ECAS (grupo control)</p> <p>Reducción de la fractura + inmovilización con yeso + tto con/sin magnetoterapia (con: 30min/día, 10 días) + Movilización del brazo 2 veces al día 20 min.</p> <p>Pruebas de seguimiento:</p> <p>Exploración clínica, registro del dolor, diámetro del edema, valoración del ROM, Radiografías</p>	<p>ECAS (grupo control)</p> <p>Tto con/sin magnetoterapia (con: 1h/día, durante 8 semanas) + desarrollo de modelos adaptados por ordenador en 3D correspondientes al muslos de los pacientes. Que mediante el software creado se registraban resultados de intensidad y frecuencia (parámetros seguros).</p> <p>Exploración clínica: Cada seis semanas (dolor, marcha, balance muscular, balance articular, edema y presencia de infección) radiografía (hasta las 24 semanas) ver avance de consolidación osea.</p>

		Aparato bobina a frecuencias sinusoidal de 25Hz y campos magnéticos de 6 millones de teslas (600gaus))	Aparato bobina de Helmholtz (baja frecuencia sinusoidal entre 5-105Hz y campos magnéticos de 0,5 – 2 millones de teslas 200gaus) Radiografías de seguimiento cada 6 semanas
COMPARACIÓN	Utilización del efecto placebo, simulación de aparato de magnetoterapia	Tto conservador sin magnetoterapia, con movilización del brazo 2 veces al día 20 min.	Utilización del efecto placebo, simulación de aparato de magnetoterapia
OUTCOMES / RESULTADOS	<p>Consolidación ósea*</p> <p>Grupo Intervención: 4,8 meses éxito en el 77,4%</p> <p>Grupo control: 4,4 meses éxito 48,1%</p> <p>Pvalor = 0,029</p> <p>(resultados no significativos)</p> <p>*Unión se consideró positiva cuando no había dolor durante hincapié en las articulaciones o durante el movimiento en el lugar de la fractura</p>	<p>Consolidación ósea</p> <p>Valores medios mejores en el grupo de PEMF aunque no significativamente estadísticos, por el contrario sí que eran estadísticamente significativamente los resultado obtenido para el edema (Pvalor <0,001) y en el ROM: Flexión, Extensión y Supinación (Pvalor<0,01)</p>	<p>Consolidación ósea</p> <p>Grupo Intervención: 83% de los casos consolidación ósea y un 7% con pseudoartrosi. Grupo control: 72% de los casos consolidación ósea y un 14% con falta de unión.</p> <p>Los resultados fueron superiores en tiempo y número, pero no fueron estadísticamente significativos.</p>

Discusión

Solo se ha podido encontrar un revisión en castellano realizando una búsqueda en las bases de datos de la biblioteca chocrain, donde se encontró una revisión sistemática del 2011 hablando de la estimulación con campos electromagnéticos para el tratamiento de la consolidación retardada o la consolidación viciosa de las fracturas de huesos largos en adultos en 2011 (30), la cual ha sido muy importante para tomar la decisión del intervalo de tiempo que queríamos realizar nuestra búsqueda, con la intención de no repetirnos e intentar encontrar nuevos hallazgos, con el fin de averiguar que avances se han realizado en la investigación respecto a la consolidación de fracturas óseas con los aparatos de magnetoterapia, del año 2010 al 2015, y si han seguido las líneas futuras marcadas por la presente revisión nombrada.

Recapitulando los objetivos marcados en esta revisión teníamos dos un de general, que consistía en revisar la efectividad de la magnetoterapia en relación a la consolidación ósea de fracturas. Y el más específico haciendo relación a evaluar la disminución del tiempo de consolidación ósea. En relación al primero podemos decir que hoy por hoy no es lo suficientemente efectiva, y que los resultados obtenidos no son significativamente estadísticos, para afirmarlo. Hablando del tiempo, al ir relacionado con el estado de la regeneración ósea, para poder avanzar con el proceso de rehabilitación, tampoco hemos podido sacar conclusiones claras, ni en la revisión anterior a la nuestra, ni en otro artículos relacionados debido a la diversidad de fracturas y los tiempos de consolidación de los diferentes huesos, al no poderlos comparar entre ellos, pero por ahora podemos decir que no hay disminución del tiempo de consolidación con datos objetivables.

Los grupos en los diferentes artículos científicos son compatibles debido a que los objetivos eran los mismos, pero eso no quiere decir que los separen muchas variables entre ellos haciendo que no sean lo heterogéneamente deseados para su clara comparación de resultados.

Observamos que nuestros resultados en relación a la consolidación ósea, ninguno de los tres artículos obtuvimos resultados significativos, pero si resultados mejores en los GI. Los que fueron significativos fueron los del edema y el ROM en uno de los estudios(25), ya que en los otros no se tomo datos de ello.

A la hora de destacar errores y fallos metodológicos, serian el no justificar, el porqué de esa máquina, las frecuencias utilizadas en que se basan, el tiempo de exposición a la terapia magnética, ya que sus

parámetros nos eran de alto interés, hubiera estado bien el realizar a doble ciego todas las valoraciones,

Los resultados observados en los estudios de laboratorio han revelado que los campos electromagnéticos pueden estimular la nueva formación ósea, lo que indica una función potencial de la estimulación electromagnética en el tratamiento de las fracturas que no lograron consolidar(4)(31)(32). En otras investigaciones no hubo heterogeneidad clínica o estadística significativa en este análisis agrupado, uno de los resultados fue de ($I^2 = 58\%$) El tamaño del efecto general agrupado fue pequeño y no estadísticamente significativo (cociente de riesgos 1,96; intervalo de confianza del 95%: 0,86 a 4,48; cuatro ensayos) (30)

Encontramos una serie de limitaciones y dificultades al llevar a cabo la revisión. Al principio a la hora de hacer una búsqueda por las distintas plataformas, encontrar los términos correctos para abarcar el mayor número de artículos, ya que la traducción era incorrecta. Al marcar las pautas para realizar un tipo de revisión sistemática, tuvimos que descartar tanto la literatura gris como las revisiones bibliográficas como sistemáticas encontradas, además de que nuestra prioridad era intentar obtener resultados útiles para aplicarlos en nuestros pacientes humanos. Ya que en los estudios de laboratorio gracias al control mejor de las variables y tener una estricta metodología, nos hacen ver la efectividad de la magnetoterapia, pero nuestra objetivo no era ese sino como lo perciben los humanos esos efectos. Todo ello nos hizo ir descartando muchos estudios. A todo ello tenemos de añadir que al no tener presupuesto para realizar la revisión, gran limitación tuvimos que descartar artículos de pago los cuales parecían muy interesantes, esta fue nuestra limitación mayor, de realizar una revisión de tres artículos, la hubiéramos podido hacerla de 6 o 7. Mucho más completa, con mayor número de resultados y en definitiva mejores conclusiones.

3. CONCLUSIONES

3. CONCLUSIONES

Podríamos sacar algunas conclusiones positivas, como líneas de futuro de nuevos ensayos clínicos, que realizándolos siguiendo unas pautas metodológicas claras, con un tamaño de muestra mayor y mas heterogenia. Nos dan a entender que podríamos sacar resultados más plausibles y claros en relación al efecto positivo sobre la consolidación ósea, como nos corroboran los estudios hechos en los laboratorios. Sobre la mejora en el estado edematoso de la zona, la mejora en el rango articular en las articulaciones cercanas afectadas, mayormente por el estado de inmovilización, y en un aspecto muy importante y principal para nuestros pacientes como es el abordaje biopsicosocial del dolor. Utilizando la aplicación de la magnetoterapia dentro de nuestro amplio abanico de posibilidades, para crear un protocolo de tratamiento lo más ajustado en el proceso de rehabilitación. En relación a sus tiempos de aplicación para cada tipo de fractura y su frecuencia e intensidad que podemos ofrecen los fisioterapeutas en nuestros centros.

Pero hoy por hoy el principal apoyo en su utilización es su efectividad anecdótica de casos particulares, que se pueden atribuir al efecto placebo.

4. BIBLIOGRAFÍA

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Warnke U, Warnke UTE CX. Historia del empleo terapéutico de campos magnéticos en medicina. Bistolfi F. Buenos Aires: Artegráfica Leonel; 1996.
2. J. D. Zayas Guillot. La magnetoterapia y su aplicación en la medicina. *Rev Cuba Med Gen Integr*. 2002;18(1):60–72.
3. Fernandez-Tresguerres Hernandez-Gil I, Alobera Gracia MA, Del Canto Pingarrón M, Blanco Jerez L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I. Histología y fisiología del tejido óseo. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(1):32–6.
4. Aaron RK, Ciombor DM. Therapeutic Effects of Electromagnetic Fields in the Stimulation of Connective Tissue Repair. 1993;46:42–6.
5. Ferreira a. M, Noris-Suárez K, Bello a., Marquez a. H, Feijoo JL, Lira-Olivares J. Influencia de la piezoelectricidad del colágeno tipo I en la adhesión celular. *IFMBE Proc*. 2008;18(3):659–62.
6. P. Gullen, J. M. Madrigal, A. Madroñero, J.I. Pitillas, J.M. Galvez JL. Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos. *Magnetoterapia y magnetoteogenia*. 1985. p. 257–79.
7. Assiotis A, Sachinis NP, Chalidis BE. Campos electromagnéticos pulsados para el tratamiento de la tibia retrasado sindicatos y pseudoartrosis. Un estudio clínico prospectivo y revisión de la literatura. *J Orthop Surg Res [Internet]. Journal of Orthopaedic Surgery and Research*; 2012;7(1):24. Available from: *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*
8. Ochoa IG. Efectos De Los Campos Electromagnéticos Pulsados (Pemf) En El Cultivo De Las Stem Cells Circulantes. Tesis Dr. 2009;
9. A. Hermosa Donante. Principios de electricidad y electrónica II [Internet]. Serie Form. Marcombo S.A, editor. Barcelona (España); 1999. Available from: http://books.google.es/books?id=OBGdJcvSvCQC&pg=PA80&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
10. A. Gómez, R.Navarro, J.A.Ruiz, J.F.Jiménez MEB. Uso de campos magnéticos pulsátiles para el tratamiento de gonartrosis de rodilla. *Dep Hosp Univ Insul (Servicio Cirugía Ortopedia y Traumatol*. 2002;16º 9-10:8–9.
11. Sáenz SM, Moreno FM, Gómez MJR. Magnetoterapia : Revisión de sus diferentes aplicaciones en enfermedades neurológicas. 2008;8:178–82.
12. Elizabeth, P, LISET LM. “Estudio comparativo entre el tratamiento fisioterapéutico con tens y magnetoterapia en pacientes que presentan lumbalgia mecánica y acuden al instituto ecuatoriano de seguridad social de riobamba en el periodo de diciembre del año 2009 a mayo del 2010. 2010;140.
13. Cabezas B PC. Principios generales de los traumatismos. Diagnóstico por Imágen. Musculoesquelético. Editor Marbán. 2008;(75):277–331.
14. J.M. Hernández, J.J.Hernández, A.Marin AC. Diagnóstico radiológico de fracturas patológicas. Revisión bibliografica. *Rev medica costa rica y Centroam LXIX*. 2012;603:435–42.

-
15. Rosa-p LJHR-P. Fracturas - Luxaciones: Etiología - Clasificación - Examen Radiográfico - Tratamiento médico, Ortopédico y quirúrgico, callo óseo: Factores que favorecen y desfavorecen su formación, fracturas por fatiga, fracturas patológicas. *Cirugía Ortopédica y Traumatol.* 7:73–85.
 16. Hernández-gil IF, Angel M, Gracia A, Pingarrón C, Blanco L, Carlos RJ, et al. Factores reguladores del remodelado óseo Bases fisiológicas de la regeneración ósea II . El proceso de remodelado FASES : 2005;151–7.
 17. Pall ML. 20 ESTUDIOS c+ depende del voltaje -- Los campos electromagnéticos actúan a través de la activación de voltaje los canales de calcio para producir efectos beneficiosos o adversos --- Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium chann. *J Cell Mol Med.* 2013;17(8):958–65.
 18. PFW Hannemann , MR van Wezenbeek , KA Kolkman , ELL Twiss , CHJ Berghmans , PAMGM Dirven , PRG Brink y MP, . *JBJS* 08 2014 96-B: 1070-1076. 1- CT scan-evaluated outcome of pulsed electromagnetic fields in the treatment of acute scaphoid fractures: a randomised, multicentre, double-blind, placebo-controlled trial. *Bone Jt D.* 2014;Aug; 96-B.
 19. Wang GJ 1 LJ. 4-[Clinical randomized controlled trial on ultrashort wave and magnetic therapy for the treatment of early stage distal radius fractures]. *Zhongguo Gu Shang.* 2012;25 (7):572–5.
 20. Hannemann PF 1 , Göttgens KW , van Wely BJ , Kolkman KA , Werre AJ , Poeze M BP. 5-The clinical and radiological outcome of pulsed electromagnetic field treatment for acute scaphoid fractures: a randomised double-blind placebo-controlled multicentre trial. *J Bone Jt Surg Br.* 2012;94 (10):1403–8.
 21. Adie S 1 , Harris IA , Naylor JM , Rae H , Dao A , Yong S Y V. 7-Pulsed electromagnetic field stimulation for acute tibial shaft fractures: a multicenter, double-blind, randomized trial. *J Bone Jt Surg Am.* 2011;7; 93 (17).
 22. Adham Abdelrahim, BDS Ms, Hamida Refai Hassanein, BDS, MSc, PhD,† and Mushira Dahaba, BDS, MSc P. 9- Effect of pulsed electromagnetic field on healing of mandibular fracture: A preliminary clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2011;69(6):1708–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2010.10.013>
 23. CASPe. PROGRAMA DE LECTURA CRÍTICA CASPe [Internet]. 2015. Available from: <http://redcaspe.org/drupal/?q=node/29>
 24. Shi H, Xiong J, Chen Y, Wang J, Qiu X, Wang Y, et al. 2- Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. BMC Musculoskeletal Disorders; 2013;14(1):35. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3556314&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 25. Milica Lazovic, Mirjana Kock, Lindija Dimitrijevic, Ivona stankovic, Marija Spalevic TC. 3- Campo electromagnético pulsado durante inmovilización con yeso en las mujeres posmenopáusicas con fractura de Colles.pdf. 2012. p. 140(9–10): 619–24.
 26. Moncada ME, Sarmiento C, Martinez C, Martinez A. 6- Magnetic stimulation for fracture consolidation ; Clinical study. 2011 *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;1141–4.
 27. Málaga ICO de E de. Formulación de preguntas clínicas específicas en formato PICO. 2013;Vol. V, 3º:2013.

-
28. Da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15(3):508–11.
 29. Questions F, Test D. PICO and Formulating the Clinical Question : A Guided Exercise. *Ehrman Med Libr*. (212).
 30. Griffin XL, Costa ML, Parsons N, Smith N. Electromagnetic field stimulation for treating delayed union or non-union of long bone fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;CD008471.
 31. Nelson FRT, Brighton CT, Ryaby J, Simon BJ. Use of Physical Forces in Bone Healing. 2003;344–54.
 32. Lim K, Hexiu J, Kim J, Seonwoo H, Cho WJ, Choung P, et al. Effects of Electromagnetic Fields on Osteogenesis of Human Alveolar Bone-Derived Mesenchymal Stem Cells. 2013;2013.

5. ANEXOS

ANEXOS

Figura 1. Acoplamiento Inductivo

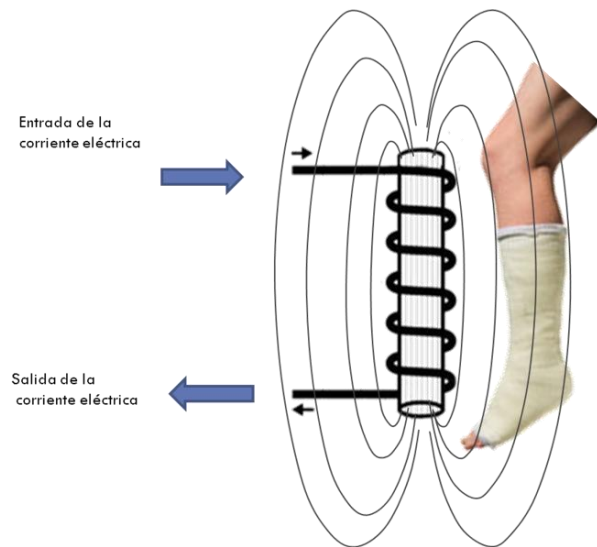


Figura 2. Inducción de Faraday

